

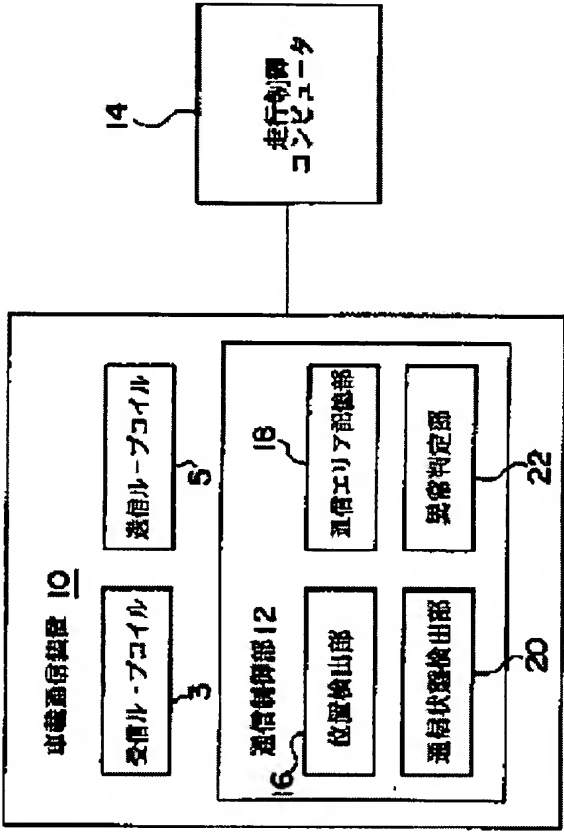
ON-VEHICLE COMMUNICATION EQUIPMENT FOR COMMUNICATION BETWEEN ROAD AND VEHICLE

Publication number: JP2000259989
Publication date: 2000-09-22
Inventor: MIZUKOSHI MASASHI; SHINAGAWA MASAHICO
Applicant: TOYOTA MOTOR CORP; TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO
Classification:
- International: G08G1/09; B60W30/00; H04B7/26; G08G1/09; B60W30/00; H04B7/26; (IPC1-7): G08G1/09; H04B7/26
- European:
Application number: JP19990063969 19990310
Priority number(s): JP19990063969 19990310

Report a data error here

Abstract of JP2000259989

PROBLEM TO BE SOLVED: To easily judge the generation of the communication abnormality of spot communication between road and vehicle. SOLUTION: A position detecting part 16 of on-vehicle communication equipment detects the position of a vehicle. A communication area storing part 18 stores a communication area. A communication state detecting part 20 detects communication state between road side communication equipment and the on- vehicle communication equipment. An abnormality judging part 22 judges whether or not the abnormality of communication is generated based on the position, communication area, and communication state of the vehicle. For example, when any satisfactory communicating state can not be obtained although the position of the vehicle is within the communication area, it is judged that any abnormality is generated. It is desired that induction field type communication equipment having a loop coil is set in a traveling route, and a spot communication area is certified by the loop coil. Thus, communication is operated by using a magnetic field generated by the loop coil.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-259989 /

(P2000-259989A)

(43) 公開日 平成12年9月22日 (2000.9.22)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テマコード* (参考)

G 0 8 G 1/09

G 0 8 G 1/09

F 5 H 1 8 0

H 0 4 B 7/26

H 0 4 B 7/26

K 5 K 0 6 7

F

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号

特願平11-63969

(22) 出願日

平成11年3月10日 (1999.3.10)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 水越 雅司

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100075258

弁理士 吉田 研二 (外2名)

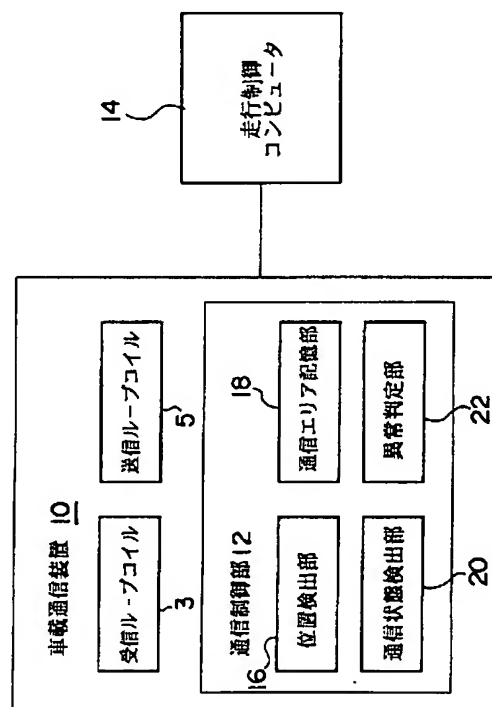
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 路車間通信用の車載通信装置

(57) 【要約】

【課題】 スポット路車間通信の通信異常の発生を容易に判定する。

【解決手段】 車載通信機の位置検出部16が車両の位置を検出する。通信エリア記憶部18は通信エリアを記憶している。通信状態検出部20は、路側通信装置との通信状態を検出する。異常判定部22は、車両の位置、通信エリアおよび通信状態に基づいて、通信異常が発生したか否かを判定する。例えば、車両位置が通信エリア内であるのに良好な通信状態が得られないとき、異常が発生したと判定される。好ましくは、走行ルートには、ループコイルをもつ誘導磁界式通信装置が設置され、ループコイルがスポット通信エリアを確定する。ループコイルが発する磁界を用いて通信が行われる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 車両の走行ルートに設定された通信エリアにて、該通信エリアに設置された路側通信装置との間で通信を行う路車間通信用の車載通信装置において、車両の位置を検出する位置検出手段と、前記通信エリアを記憶する通信エリア記憶手段と、前記路側通信装置との通信状態を検出する通信状態検出手段と、車両の位置、記憶されている通信エリアおよび検出された通信状態に基づいて、通信異常が発生したか否かを判定する異常判定手段と、

を含むことを特徴とする路車間通信用の車載通信装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の路車間通信用の車載通信装置において、前記異常判定手段は、車両の位置が通信エリアの中にあるときに所定の適正通信状態が得られない場合に、通信異常が発生したと判定することを特徴とする路車間通信用の車載通信装置。

【請求項 3】 請求項 1 に記載の路車間通信用の車載通信装置において、前記通信エリア記憶手段には、通信エリア内の信号受信レベルの分布に基づいて定められた、通信エリア内の各地点での異常判定用の信号受信レベルが記憶され、前記通信状態検出手段は前記路側通信装置からの信号受信レベルを検出し、前記異常判定手段は、検出された信号受信レベルと、検出された車両位置に対応する異常判定用の信号受信レベルとを比較することによって、通信異常が発生したか否かを判定する、ことを特徴とする路車間通信用の車載通信装置。

【請求項 4】 請求項 1～3 のいずれかに記載の路車間通信用の車載通信装置において、前記路側通信装置は、前記通信エリアとほぼ一致する形状の路側ループコイルを有する誘導磁界式通信装置であることを特徴とする路車間通信用の車載通信装置。

【請求項 5】 請求項 1 に記載の路車間通信用の車載通信装置において、前記異常判定手段は、前記通信エリア内に設定された所定の異常判定地点に車両が位置するときに前記通信状態検出手段が検出した通信状態に基づいて、通信異常が発生したか否かを判定することを特徴とする路車間通信用の車載通信装置。

【請求項 6】 請求項 5 に記載の路車間通信用の車載通信装置において、前記通信状態検出手段は前記路側通信装置からの信号受信レベルを検出し、前記異常判定手段は、前記所定の異常判定地点で検出された信号受信レベルと、前記所定の異常判定地点に関連づけて定められた所定の異常判定用の信号受信レベルとを比較することによって、通信異常が発生したか否かを

判定する、

ことを特徴とする路車間通信用の車載通信装置。

【請求項 7】 請求項 6 に記載の路車間通信用の車載通信装置において、

前記路側通信装置は、前記通信エリアとほぼ一致する形状の路側ループコイルを有する誘導磁界式通信装置であり、前記所定の異常判定地点は、車両走行方向で前記路側ループコイルの端部に設定され、

10 前記所定の異常判定用の信号受信レベルは、前記路側ループコイルの信号受信レベル分布におけるコイル端部での高い信号受信レベルに応じて設定されている、ことを特徴とする路車間通信用の車載通信装置。

【請求項 8】 請求項 6 に記載の路車間通信用の車載通信装置において、

前記路側通信装置は、前記通信エリアとほぼ一致する形状の路側ループコイルを有する誘導磁界式通信装置であり、

20 前記所定の異常判定地点は、車両走行方向で前記路側ループコイルの端部以外の地点に設定され、

前記所定の異常判定用の信号受信レベルは、前記路側ループコイルの信号受信レベル分布におけるコイル内部での低い信号受信レベルに応じて設定されている、ことを特徴とする路車間通信用の車載通信装置。

【請求項 9】 請求項 1 に記載の路車間通信用の車載通信装置において、

30 前記異常判定手段は、前記通信エリアを車両が通過するときの通信状態の変化に基づいて、通信異常が発生したか否かを判定することを特徴とする路車間通信用の車載通信装置。

【請求項 10】 請求項 9 に記載の路車間通信用の車載通信装置において、

前記路側通信装置は、前記通信エリアとほぼ一致する形状の路側ループコイルを有する誘導磁界式通信装置であり、

40 前記異常判定手段は、車両走行方向における前記路側ループコイルの端部で所定の適正通信状態が得られ、車両走行方向における前記路側ループコイルの端部以外の部分で所定の適正通信状態が得られないときに、通信異常が発生したと判定することを特徴とする路車間通信用の車載通信装置。

【請求項 11】 請求項 10 に記載の路車間通信用の車載通信装置において、

前記通信状態検出手段は前記路側通信装置からの信号受信レベルを検出し、

50 前記異常判定手段は、検出された信号受信レベルと、予め設定された異常判定用の信号受信レベルとを比較することにより、前記所定の適正通信状態が得られたか否かを判定することを特徴とする路車間通信用の車載通信装置。

【請求項 12】 請求項 9 に記載の路車間通信用の車載通信装置において、

前記路側通信装置は、前記通信エリアとほぼ一致する形状の路側ループコイルを有する誘導磁界式通信装置であり、

前記通信状態検出手段は前記路側通信装置からの信号受信レベルを検出し、

前記異常判定手段は、前記路側ループコイル内の信号受信レベル検出値を、通信正常時の信号受信レベルの分布と比較することにより、通信異常が発生したか否かを判定することを特徴とする路車間通信用の車載通信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、車両の走行ルートに設定された通信エリアにて路側通信装置との間で通信を行う路車間通信用の車載通信装置に関し、特に通信異常の検出に関する。

【0002】

【従来の技術】交通システムには、都市間を結ぶような大規模なものから、施設内に設置される小規模のものまで、種々のシステムがある。典型的には、交通システムを構成する車両は、予め決められた走行ルートを走行し、走行ルートに設定された停車地点（駅等）で停止する。走行ルートは、当該交通システムの対象車両だけが走行する専用線でもよいし、そうでなくてもよい。

【0003】また最近は、運転者が車両をマニュアル操作で運転しないでも自動的に走行する無人運転タイプの交通システムが提案されている。制御技術の発展を背景として、旅客を輸送する交通システムにおいても自動運転タイプのシステムが提案されている。

【0004】交通システムでは、走行ルート上の車両に対して走行制御に必要な情報を提供し、あるいは車両から必要な情報を入手するために、路車間通信（走路と車両の間で行われる通信）を行うことが好適である。例えば、特開昭 61-285168 号公報では、停車中の車両に発進を指示するために、発車 OK 信号が車両に送られる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】路車間通信は、広域通信およびスポット通信で行うことができる。広域通信では、多くの車両を含む広い通信エリアが設定され、通信エリア内の車両と遠距離通信が行われる。一方、スポット通信では、走行ルート上に狭い限定的な通信エリアが設定される。通信エリアに設置された路側通信装置と、通信エリア内に位置する車両との間で近距離通信が行われる。広域通信とスポット通信は、交通システムの形態や伝達情報に応じて使い分けられる。本発明では、主として後者のスポット通信に着目する。

【0006】スポット通信では、走行ルート上の特定の場所（狭い通信エリア）にいる車両のみとの通信が容易

に行える。従って、適切な場所でも有用な情報を、その情報を必要とする車両に提供することが容易である。さらに、スポット通信エリアごとに通信情報を変えるだけで、各エリアに位置する車両に容易に個別の情報を提供できる。従って、各車両との個別通信処理を簡単に行うことができ、路側通信設備の簡略化を図ることができる。

【0007】スポット通信では、スポット通信エリア内で通信が確定することが重要である。特に走行制御に係る重要なデータを通信する場合には、通信エリア内でデータ通信を確実に行うことが求められる。

【0008】確実な通信を実現するためには、通信異常（通信機の故障等）が発生したことを検知することが重要である。通常、路側通信機および車載通信機は、単純な通信回路の断線やショートも含めて、故障を検知するセルフチェック機能をもつ。しかし、通信異常には種々の原因があることを考慮すると、さらに十分な異常検知を行うことが望まれる。例えば、路側通信機が停電でダウンしてしまった場合には、通信異常は車両で検知するのが妥当と考えられる。また例えば、両通信機が正常であっても、ノイズにより路側から車側への通信ができないといった異常があり、この種の異常も車両で検知するのが妥当と考えられる。このような場合を含め、スポット路車間通信システムに何らかの異常が発生したことを、車載通信機が容易に検知できるようにすることが望ましい。

【0009】本発明は上記課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、路車間通信に発生した異常を容易かつ確実に検出できる車載通信装置を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】（1）本発明は、車両の走行ルートに設定された通信エリアにて、該通信エリアに設置された路側通信装置との間で通信を行う路車間通信用の車載通信装置に適用される。上記目的を達成するため、本発明の通信装置は、車両の位置を検出する位置検出手段と、前記通信エリアを記憶する通信エリア記憶手段と、前記路側通信装置との通信状態を検出する通信状態検出手段と、車両の位置、記憶されている通信エリアおよび検出された通信状態に基づいて、通信異常が発生したか否かを判定する異常判定手段と、を含む。ここで、通信異常は、車載通信装置または路側通信装置の故障、ノイズによる通信不能、およびその他の原因による通信不能を含む。

【0011】本発明によれば、通信エリア記憶手段に通信エリアが記憶されており、また位置検出手段により車両の位置が検出される。通信エリアと車両の位置関係から妥当な通信状態が分かる。この妥当な通信状態と実際の通信状態を比較することにより、通信異常が発生したか否かが分かる。例えば、車両が通信エリア内にいるに

も拘わらず通信不能であるときに、通信異常が発生したと判定される。また例えば、車両が通信エリア外にいるにも拘わらず通信が可能であるときに、通信異常が発生したと判定されてもよい。このように、本発明によれば、通信エリアと位置検出結果を利用した判定処理により、通信異常の発生を車両で容易かつ確実に検知することができる。

【0012】(2) 本発明の好ましい一態様において、前記通信エリア記憶手段には、通信エリア内の信号受信レベルの分布に基づいて定められた、通信エリア内の各地点での異常判定用の信号受信レベルが記憶され、前記通信状態検出手段は前記路側通信装置からの信号受信レベルを検出し、前記異常判定手段は、検出された信号受信レベルと、検出された車両位置に対応する異常判定用の信号受信レベルとを比較することによって、通信異常が発生したか否かを判定する。

【0013】本発明によれば、通信状態の検出に信号受信レベルが用いられる。そして、予め定められた異常判定用の信号受信レベルと、検出された信号受信レベルとを比較することにより、通信異常の判定が行われる。

【0014】特に本発明は、信号受信レベルが通信エリア全域で一定ではなく、通信装置の種類に応じた特有の信号受信レベルの分布が存在することに着目する。この分布に基づき、通信エリア内の各地点の異常判定用の信号受信レベルが設定される。すなわち、分布の高低に応じて異なる異常判定値が使われる。これにより、各地点で適切な異常判定値を使うことができ、異常判定を正確に行うことができる。また、単なる通信の可否だけでなく、路側通信装置の出力低下等も検出することができる。

【0015】(3) 本発明の好ましい一態様において、前記異常判定手段は、前記通信エリア内に設定された所定の異常判定地点に車両が位置するときに前記通信状態検出手段が検出した通信状態に基づいて、通信異常が発生したか否かを判定する。

【0016】上述したように、通信装置のタイプによって特有の信号受信レベルの分布がある。従って、通信エリアの中でも、場所によって異常判定の簡単さや確実性などが異なる。本発明によれば、適切な異常判定地点を選んで、選ばれた地点に適した異常判定が行われ、これにより適切な異常判定ができる。

【0017】好ましくは、異常判定に信号受信レベルが使用される。異常判定地点に関連づけて定められた所定の異常判定用の信号受信レベルと、同地点で実際に検出された信号受信レベルが比較される。信号受信レベルを使うことにより正確な判定ができる。

【0018】(4) 本発明の好ましい一態様において、前記異常判定手段は、前記通信エリアを車両が通過するときの通信状態の変化に基づいて、通信異常が発生したか否かを判定する。

【0019】上述したように、通信装置のタイプによって特有の通信状態の分布がある。従って、車両が通信エリアを通過するときには、通信状態が、その分布に応じた特有の変化を示す。検出された通信状態の変化が、通信正常時の変化と同じであるかどうかによって異常判定を行うことができる。

【0020】本発明の全体としては、以上に説明したように、通信エリアと位置検出結果を利用した判定処理により、通信異常の発生を容易かつ確実に検知することができる。

【0021】さらに、本発明によれば、通信装置の特性であるエリア内の通信状態分布を利用することにより、正確に異常判定を行うことができる。

【0022】(5) 本発明が適用される路側通信装置は、好ましくは、通信エリアとほぼ一致する形状の路側ループコイルを有する誘導磁界式通信装置である。このタイプの通信装置は、構造が簡単であり、通信エリアの限定が容易であり、路車間スポット通信に適している。そして、このタイプの通信装置は、受信レベルに関し、ループ内部で一定であり、ループ端部で高く、ループ外では殆どゼロという特有の分布をもつ。この分布に適合する異常判定を行うことにより、通信異常が発生したか否かを的確に検出することができる。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好適な実施の形態(以下、実施形態という)について、図面を参照し説明する。

【0024】図1は、本実施形態が適用される交通システムの全体像を示している。走行ルートは主として単線で構成され、2カ所にすれ違い部(複線部)が設けられている。そして、すれ違い部には停車駅が設置されている。単線構造は、新交通システムをつくる時に有利である。インフラストラクチャの設備費を削減できるからである。

【0025】図1には示されないが、走行ルート上には等間隔で磁気マーカ(磁気ネイル)が設置されている。車両は、磁気マーカを検出する磁気センサを有し、磁気マーカを辿ることにより、走行ルートに沿って進む。

【0026】また、走行ルート上の適当な場所には絶対位置マーカが設置されている。絶対位置マーカは、車両の絶対位置を特定するために使われる。絶対位置マーカが検出されたとき、車両の走行制御コンピュータが認識している車両位置の補正が行われる。

【0027】本実施形態では、路車間通信のスポット通信エリアは、すれ違い部に設定されている。路側通信装置と一台の車両が、その車両が通信エリア内にいるときに通信を行う。隊列をつくっている複数の車両に対して、それらの車両が通信エリア内にいるときに、通信で情報が提供されてもよい。また、車両が停止しているときに通信を行ってもよく、車両が通信エリアで止まらず

に通り返るときに通信を行ってもよい。

【0028】図2は、本実施形態の通信装置である誘導磁界式通信装置（高周波磁界式通信装置）を示している。路側通信装置は、走行ルート上に設置（埋設）された長方形の路側ループコイル1を有する。車載通信装置は、車体の下面に設置された受信ループコイル3および送信ループコイル5を有する。

【0029】路側から車側への送信では、路側ループコイル1に送信データに応じた電流が流されると、路側ループコイル1に磁界が発生する。そして、路側ループコイル1の上方にある受信ループコイル3に、送信データに応じた電流が流れる。一方、車側から路側への送信では、送信ループコイル5が路側ループコイル1の上方にあるときに、送信ループコイル5に電流が流される。送信ループコイル5に磁界が発生し、路側ループコイル1に電流が流れる。

【0030】通常の走行制御では、例えば、車側から路側へは車両ID、車両位置、車速などの情報が送られる。路側から車側へは、発車指示、停止指示などが送られる。また、単線上に設けられた路側通信装置（図示せず）が車両に減速開始指示を送ることも好適である。このように、車側と路側は、走行制御に必要な重要なデータを通信している。

【0031】図2には、さらに、路側ループコイル1に発生する磁界の強度分布が示されている。この強度分布は、車両の受信ループコイル3の信号受信レベルの分布と一致する。また、この分布は、走路方向（車両走行方向）に沿って見たときのものである（垂直方向も同様）。図示のように、このタイプの通信装置は特有の受信レベルの分布をもち、ループ内部で受信レベルが一定であり、ループ端部で受信レベルが高く、ループ外では受信レベルが殆どゼロである。

【0032】このように、本実施形態で採用されている通信装置は、構造が比較的簡単であり、かつ、通信エリアの限定が容易であり、従って路車間スポット通信に適している。

【0033】図3は、本実施形態の車載通信装置10を示している。車載通信装置10は、受信ループコイル3および送信ループコイル5を有する。通信制御部12は、走行制御コンピュータ14の指示に従って、送受信の制御を行う。

【0034】走行制御コンピュータ14は、車両の走行を制御するコンピュータである。走行制御コンピュータ14は、ステアリング装置、原動機（電気モータ、内燃機関等）、ブレーキを制御し、人間の代わりに車両を操る。これにより、運転者の操作なしで、車両は走行ルート上を自動走行する。この自動走行に必要な情報が、路車間通信により車両に提供される。

【0035】通信制御部12は、本実施形態に特徴的な構成である位置検出部16、通信エリア記憶部18、通

信状態検出部20および異常判定部22を有する。

【0036】位置検出部16は車両の位置を検出する。例えば、位置検出部16は、GPS（グローバルポジショニングシステム）装置を含み、人工衛星からの電波に基づいて車両位置を算出する。また例えば、位置検出部16は、インシャルの位置からの走行距離に基づいて車両位置を検出する。インシャルの位置は、車両の位置を特定するための手段が設けられた固定位置であり、絶対位置マーカのある位置や、停車場（駅）での停止位置などである。走行距離は、車速（車輪パルス信号）の積分値や、磁気マーカのカウンタ値等から求められる。GPSと走行距離の両方を利用することも好適である。

【0037】通信エリア記憶部18は、走行ルート上の通信エリア（路車間通信機位置マップ）を記憶している。例えば、記憶部18は、各通信エリアの開始点と終了点を記憶している。また例えば、記憶部18は、各通信エリアの開始点と長さを記憶している。要するに、記憶部18は、走行ルート上の各地点が通信エリア内であるか否かを判別可能な情報を記憶していればよい。

【0038】通信状態検出部20は、路側通信装置との通信状態を検出する。例えば、検出部20は、受信ループコイル3により受信される信号の受信レベルを検出する。信号受信レベルは、通信状態を示すパラメータとして利用される。また例えば、検出部20は、送信ループコイル5を使ってデータを送信したときに路側ループコイル1からの返信信号を受信ループコイル3が受信したか否かを検出する。返信信号が受信されれば、通信状態が良好であると分かる。

【0039】異常判定部22は、検出された車両の位置、記憶されている通信エリアおよび検出された通信状態に基づいて、通信異常が発生したか否かを判定する。判定部22は、通信エリアを参照し、自車位置に応じて実際の受信状態を監視することにより異常判定を行う。

【0040】本実施形態では、判定部22は、車両の位置が通信エリア内に含まれるときに、路側通信装置との通信が確定するか否かを判定する。通信異常がなければ、通信エリア内で通信が正しく行われるはずである。通信エリアの通過中に通信が確定しなかった場合には、通信異常（通信故障）が発生したと判定される。

【0041】変形例としては、逆の判定処理が行われてもよい。すなわち、車両の位置が通信エリアの外であるときに通信が行われた場合に、通信異常が発生したと判定してもよい。通信エリア外では本来は通信不能なはずだからである。

【0042】ここで、通信の確定とは、適正な通信状態が得られることをいう。例えば、通信状態検出部20が検出した信号受信レベルが所定の異常判定用の受信レベル（しきい値）以上であれば、通信が確定する。また例えば、路側との間で送信と返信が行われたことを通信状態検出部20が検出したときに、通信が確定する。

10

20

30

40

50

【0043】図4は、通信故障（通信異常）判定に関連する処理を示している。まず、異常判定部22は通信確定フラグをリセットする（S10）。位置検出部16により車両の位置が検出され（S12）、通信エリア記憶部18から通信エリアのマップが読み出される（S14）。そして、検出された車両の位置が通信エリアの中か否かが判定される（S16）。

【0044】現在位置が通信エリアの中の場合、通信確定フラグが立っているか否かを判定する（S18）。この段階では、S10でフラグをリセットしているの、S18の判断はNOである。

【0045】S18がNOの場合、通信が確定するか否か（通信の有無）が判定される（S20）。この判定は、前述したように、通信状態検出部20の検出結果に基づいて行われる。受信レベルを使う構成では、受信レベルが所定のしきいレベル以上であるときに、S20がYESになる。また、送信および返信の確認を行う構成では、確認が完了したときにS20がYESになる。

【0046】S20の判定がYESの場合、通信確定フラグがセットされ（S22）、S16に戻る。S16の判定は前回と同様にYESである。通信確定フラグをセットしたので、S18の判断もYESになる。そして、通信は正常であると判定され（S24）、予め定められた正常時の次の処理へと進む（S26）。このように、通信エリア内で通信が行われれば、通信は正常であると判定される。

【0047】一方、S20で通信が確定しない場合（NO）、S12に戻り、再び車両の位置が検出される。この位置は、前回の検出から所定時間（制御周期）が経過した後に検出される。そして、通信エリアマップが読みとられ（S14）、車両の位置が通信エリアの中か否かが判定される（S16）。

【0048】S16が再びYESであれば、車両はまだ通信エリアから出ていない。S18では、前回の処理で通信が無かったので、通信確定フラグは未セット状態である。そして、S20に進み、通信が確定するか否かが判定される。

【0049】最初のルーチンでは通信が確定しなかったが、2回目のルーチンで通信が確定した場合には、S20がYESになる。そして、S22でフラグがセットされ、S16、S18を経由して、S24で通信が正常と判定される。

【0050】2回目のルーチンでもS20の通信確定判断がNOの場合、再びS12に戻る。このようにして、車両が通信エリアの中にいる間は、通信の有無が繰り返して判定される。そして、通信エリアから外れる前に通信があれば、通信は正常と判定される。

【0051】通信異常が発生している場合には、S12～S20のステップを何度繰り返しても通信が確定せず、結局、車両の位置が通信エリアから外れる。この場

合には、S20の判定の後、S12、S14を経由して、S16で車両の位置が通信エリアの外であると判定される（NO）。そして、S28に進み、前回の車両位置が通信エリアの中であったか否かが判定される。

【0052】S28がYESの場合、通信確定フラグがセットされているか否かが判定される（S30）。最後のS20の判定で通信が確定していれば、通信が正常と判定される。S30がNOであれば、結局、通信エリア内で通信が行われなかったの、通信異常が発生したと判定される（S32）。そして、通信異常時の次処理が行われる（S34）。

【0053】通信異常は、通信装置から走行制御コンピュータに送られる。走行制御コンピュータは通信故障モードを設定し、そのモードで走行する。上記の処理で検出される故障には、車両でしか検出されないものがある。例えば、停電による路側通信機のダウンは車両にしか分からない。このようなときに、外部からの指示がなくとも車両が故障モードで適切に走行することは重要である。

【0054】通信故障モードにおける走行処理は、該当通信エリアで通信されるべき情報の重要性に応じて定めることが好適である。重要な通信を行う場所で異常が発生したときは、車両停止処理を行うことが好適である。重要な通信を行う場所で異常が発生したときでも、車両の前方の適当な領域の安全が確保されていれば、その領域を走行してから車両停止処理を行うことが好適である。

【0055】図4に戻り、車両が最初から走行エリアの中にいないときには下記の処理が行われる。S10、S12、S14の後、S16でNOと判定される。S28の判断もNOになり（前回も車両は通信エリアにいない）、処理が終了する（リターン）。このように、本実施形態では、通信エリアの外は異常判定処理の対象になっていないので、車両が通信エリアに入るまでは異常判定が始まらない。

【0056】以上に説明したように、本実施形態によれば、通信エリアと車両位置を利用することにより、通信異常の発生を容易かつ確実に検知することができる。

【0057】例えば停電により路側通信装置がダウンした場合などは、路側通信装置では異常を検知できず、一般に車両でしか異常を検知できない。またノイズにより路側から車側への送信が出来ないことも車両でしか検知できない。このような車両にしか分からない異常が、上記の本実施形態によれば確実に検知される。

【0058】なお、本実施形態では、車側と路側で双方向通信が行われたが、本発明は双方通信には限定されない。路側が車側に必要な情報を一方通行で提供する通信システムにも本発明は好適に適用される。この場合、車両は受信ループコイルのみを備えればよい。通信の有無の判断は、主として受信レベルを用いて行われる。

10

20

30

40

50

【0059】また、本実施形態では、スポット通信に適したループコイルをもつ誘導磁界式通信装置に本発明が好適に適用された。しかし、その他のタイプの通信装置にも本発明は適用可能である。

【0060】「通信装置と走行制御コンピュータの部分的な一体化」図3の異常判定に関する要素16～22の一部または全部が走行制御コンピュータまたは他の部分に設けられてもよい。この構成では、走行制御コンピュータまたは他の部分が、本発明の車載通信装置の一部として機能する。

【0061】例えば、位置検出部16が走行制御コンピュータ14に設けられる。通信制御部12は、コンピュータ14から受け取った位置データを使って、図4の処理に従って異常判定を行う。

【0062】また例えば、位置検出部16および通信エリア記憶部18が走行制御コンピュータ14に設けられる。走行制御コンピュータ14は、車両の位置が通信エリアの中のとときに、通信制御部12に異常判定を指示する。これに応え、異常判定部22が通信状態に基づいて通信の有無を判定する。

【0063】また例えば、位置検出部16、通信エリア記憶部18および異常判定部22が走行制御コンピュータ14に設けられる。通信制御部12は、通信状態検出部20により検出された通信状態を走行制御コンピュータ14に送る。走行制御コンピュータ14は、図4の処理により通信異常を判定する。判定結果は、コンピュータ14内で使用され、また、通信装置10に送られる。

【0064】「受信レベルの分布の利用」

(1) 「地点別の異常判定用の受信レベルの設定」

本実施形態では、異常判定において、検出された受信レベルと異常判定用の受信レベル（しきい値、判定基準値）が比較される。判定基準値は、通信エリアの全域で同一でもよいが、好ましくは、下記のように地点によって異なる判定値が用いられる。

【0065】図5の上段のラインmは、図2と同様に、路側ループコイルに発生する磁界の強度分布であり、車両の信号受信レベルの分布である（概略図）。図示のように、本通信装置は特有の受信レベルの分布をもち、ループ内部で受信レベルが一定であり、ループ端部で受信レベルが高く、ループ外では受信レベルが殆どゼロである。この分布は、エリア中心から外側に向けて徐々に受信レベルが低下するような単純な分布とは大きく異なる。

【0066】本実施形態では、上記の特徴的な受信レベルの分布に基づき、通信エリア内の各地点の異常判定用の信号受信レベルが設定される。すなわち、図5の下段にラインnで示すように、受信レベル分布（ラインm）の高低に応じて、各地点の異常判定値が設定される。この異常判定値は対応地点と関連づけて通信エリア記憶部に記憶されている。

【0067】例えば、ループコイルの端部P1（通信エリアの端部）では、分布ラインmの信号受信レベルが高い。従って、異常判定基準レベルL1も高く設定される。また、ループコイルの中央部（受信レベルがほぼ一定の領域）では、分布ラインmの信号受信レベルが比較的低い。そこで、異常判定基準レベルL2も低く設定されている。

【0068】異常判定処理では、基本的には図4と同様の処理が行われる。ただし、図4に加えて、検出された車両の位置に対応する判定基準値を読み出す処理が行われる。この判定基準値と、通信状態検出部が検出した受信レベルが比較される。そして、受信レベルが判定基準値以上であれば、通信確定と判定される。

【0069】本実施形態によれば、受信レベル分布に応じた判定基準値（異常判定用の信号受信レベル）を用いることにより、各地点で適切な判定基準値を使うことができ、正確な異常判定ができる。

【0070】また、図5に点線で示すように、通信エリア全域で単一の判定基準値を使うと仮定すると、エリア端部P1では受信レベルの低下が分かりにくい。基準値と通常の実受レベルが大きく異なるからである。これに対し、本実施形態によれば、エリア端部P1を含む全域で受信レベルの低下が分かり、そして、受信レベルの低下から路側通信装置の出力ダウンが分かる。

【0071】(2) 「異常判定地点の設定（局所での判定）」

図6のラインmは、図5と同様に受信レベルの分布の概略を示している。このような特徴的な分布があるために、通信エリア内の場所によって、異常判定の簡単さや確実性、重要性などが異なる。本実施形態では、この点を考慮して、適切な異常判定地点を設定し、選ばれた地点で異常判定を行う。

【0072】図6を参照すると、本実施形態では、第1異常判定地点J1が、ループコイルの端部（すなわち通信エリアの端部）に設定されている。地点J1での分布ラインmの高さに基づいて、異常判定基準値T1（異常判定用の受信レベル）が設定されている。車両の位置が地点J1に到達したときに、基準値T1と受信レベル検出値が比較され、受信レベルが低ければ異常発生と判定される。

【0073】ここで、ループコイルの端部では、受信レベルが元々高いので、レベル低下等の異常が顕著に表れる。このような場所に異常判定地点を設定することにより、異常判定を容易かつ確実に行うことができる。

【0074】また、図6を参照すると、本実施形態では、第2異常判定地点J2が、ループコイルの中央部（すなわち通信エリアの中央部）に設定されている。地点J2での分布ラインmの高さに基づいて、異常判定基準値T2（異常判定用の受信レベル）が設定されている。車両の位置が地点J2に到達したときに、基準値T

2と受信レベル検出値が比較され、受信レベルが低ければ異常発生と判定される。

【0075】ここで、本実施形態の誘導磁界式通信装置は、コイル内部の広い範囲で受信レベルが一定という特徴をもつ。通信は多くの場合にこの平坦部分で行われる。しかも平坦部分は、通信エリアの中では比較的低い受信レベルをもつ。従って、この平坦部分での正常通信状態を確保することが重要である。

【0076】本実施形態によれば、第2異常判定地点J2が上記の平坦部分の中に設定されている。従って、通信エリアの中でも重要な部分での良好な通信状態が確保されるように図ることができる。

【0077】なお、異常判定地点は、区間のかたちで規定されてもよい。区間は、例えば、ループの中央付近に定められる。区間の通過中に異常判定が行われればよい。この点は以降の形態でも同様である。

【0078】(3)「通信エリア内での通信状態の変化に基づく判定(i)」

図7のラインmは、図5と同様に受信レベルの分布の概略を示している。車両が通信エリアを通過するときには、通信状態は、受信レベルの分布に応じた特有の変化を示す。そこで、受信レベルの分布を利用して、通信状態の変化に基づいて異常判定を行うことができる。

【0079】本実施形態では、通信状態の検出のために路車間の送信および返信が行われる。前述したように、車側が路側にデータを送信し、路側が車側に返信データを返す。車両が返信データを受け取れば通信状態が良好であり、通信が確定する。

【0080】図7を参照すると、本実施形態では、車両が通信エリアを通過する間に、複数回のデータ送受信が路車間で行われる。そして、通信エリアの全域で車両が路側から返信を受け取ることができれば、通信は正常であると判定される。

【0081】一方、返信が「有、無、有」と変化したとき、すなわち、(i)通信エリアの開始部分で返信データが受け取られ、(ii)その後に返信データが受け取られず、(iii)その後に再び返信データが受け取られたときは、通信異常が発生したと判定される。もちろん、通信エリアの全域で返信が無いときなども、通信異常が発生したと判定される。

【0082】なお、この形態では、図7に三角形のマークで示すように、データ返信は少なくとも3つの地点で確認されればよい。もちろん、より多くの確認地点を設定することも好適である。また、確認地点を、ループ端部に1カ所とループ内部(端部以外の場所)に1カ所との合計2カ所に減らすことも可能である。ループ両端の受信レベルがほぼ同等だからである。

【0083】本実施形態によれば、図7に点線xで例示するような通信異常を的確に検知できる。点線xは、受信レベル(路側の出力)が全体的に低下したことを示

す。この現象が生じて一部では通信が可能である。しかし、中央部の広範囲で通信が不能になってしまうという大きな不利があるので、この種の異常を確実に検知することが望まれる。本実施形態は、この要求に応えることができる。

【0084】すなわち、本実施形態では、車両が通信エリアを通過する間の通信状態(返信の有無)の変化が求められる。図7の点線xで示される異常は、「返信の有、無、有」という通信状態の変化に表れる。このような変化が発生したか否かを調べることによって、異常判定を行うことができる。

【0085】特に、本実施形態が採用するループコイルタイプの通信装置は特有の受信レベル分布をもち、通信エリアの中央部より端部で受信レベルが高い。これは、通信エリアの中央から外側へ向かって受信レベルが低下するような分布とは大きく異なる。そして、通信異常の態様も、図7に点線xで示すように、中央部が通信不能になるという特徴的な傾向を示す。すなわち、通信エリアの中心から離れたときに通信不能になるのではなく、中心に近づくとき通信不能になるという現象が生じる。しかも、エリア中央部は広い範囲で受信レベルが一定なので、この部分での通信可能状態の確保は重要である。

【0086】本実施形態によれば、このような特殊な異常を適切に検出することができる。これは、上述したように、本実施形態の通信装置の特性を考慮し、通信状態の変化に適合する適切な異常判定を行っているからである。

【0087】さらに、本実施形態によれば、通信異常の早期判定ができる。すなわち、図7に点線xで示した異常は、受信レベルの全体的な低下を示している。この後、受信レベルはさらに低下し、通信エリアの全域で通信不能になる可能性がある。本実施形態によれば、全域通信不能状態に陥る前に、図7の段階で通信異常を発見することが可能である。

【0088】上記と同様の異常判定は、受信レベルを使って行うこともできる。図8(a)には正常状態での受信レベルの分布が示されている。また、図8(b)には異常状態での受信レベルの分布が示されている。図8(b)では受信レベルが全体的に低下している。

【0089】この形態では、異常判定用の受信レベル T_x が、図8に点線で示す値に設定されている。車両が通信エリアを通過する間、受信レベルが監視される。通信エリアの全域で検出受信レベルが判定基準レベル T_x 以上であれば、通信は正常であると判定される。

【0090】一方、通信エリアの両端で検出レベルが基準レベル T_x 以上であり、通信エリアの中央部で検出レベルが基準レベル T_x 未満の場合、通信異常が発生したと判定される。もちろん、通信エリアの全体で検出レベルが基準レベル T_x 未満の場合も通信異常と判定される。

【0091】なお、図8の形態でも、通信エリア内の複数の地点（少なくとも2点）が、レベル判定地点に設定されてもよい。通信エリアの全域で受信レベルを監視しなくてよいので、処理の簡素化が図れる。

【0092】（4）「通信エリア内での通信状態の変化に基づく判定（ii）」

この形態では、受信レベルの分布そのものが異常判定に使用される。この形態によっても、上記の（3）の形態と同様の利点が得られる。

【0093】図9（a）は、通信正常時の標準的な受信レベルの分布の概略である。図9（a）の分布が、比較用のモデル分布として、通信装置に記憶されている。通信装置の通信状態検出部は、車両が通信エリアを通過する間、受信レベルを監視する。これにより、図9（b）に示すように、受信レベル検出値の分布が得られる。

【0094】通信装置の異常判定部は、図9（a）のモデル分布と、図9（b）の分布検出結果を比較することにより、通信異常の判定を行う。例えば、両分布の形状を比較して、形状差に基づいて異常判定が行われる。周知の方法で両分布ラインの類似度を求め、類似度が所定しきい値以下であれば異常発生と判定することも好適である。

【0095】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明によれば、通信エリアと位置検出結果を利用した判定処理により、通信異常の発生を容易かつ確実に検知することができる。

【0096】さらに、本発明によれば、通信装置の特性であるエリア内の通信状態分布を利用することにより、

正確な異常判定を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施形態が適用される交通システムの全体構成を示す図である。

【図2】 図1のシステムに設けられた路車間通信用のスポット通信装置を示す図である。

【図3】 路車間通信用の車載通信装置の構成を示す図である。

【図4】 図3の通信制御部による通信異常の判定処理を示す図である。

【図5】 本発明の一態様において、通信エリア内の地点別に設定された異常判定用の受信レベルを用いた異常判定処理を示す図である。

【図6】 本発明の一態様において、通信エリア内に設定された異常判定地点で行われる異常判定処理を示す図である。

【図7】 本発明の一態様において、通信エリア内での通信状態の変化に基づく異常判定処理を示す図である。

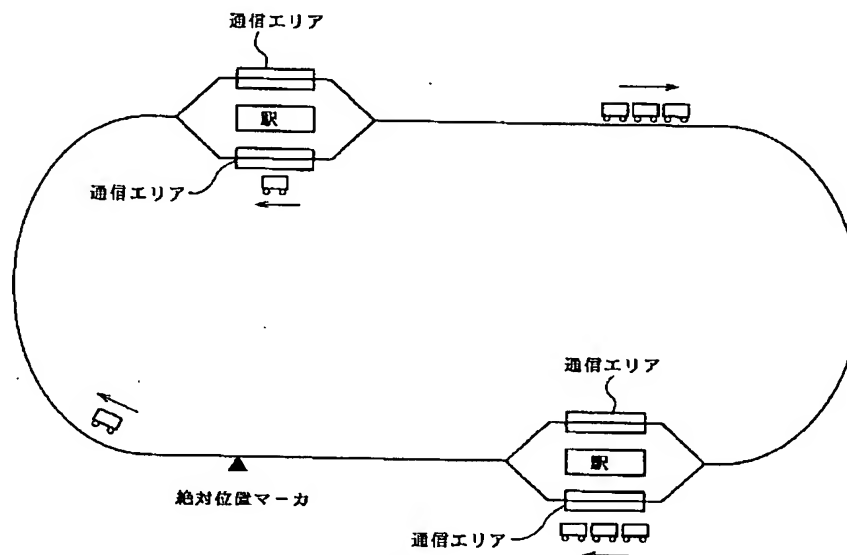
【図8】 本発明の一態様において、通信エリア内での通信状態の変化に基づく異常判定処理を示す図である。

【図9】 本発明の一態様において、通信エリア内での通信状態の変化に基づく異常判定処理を示す図である。

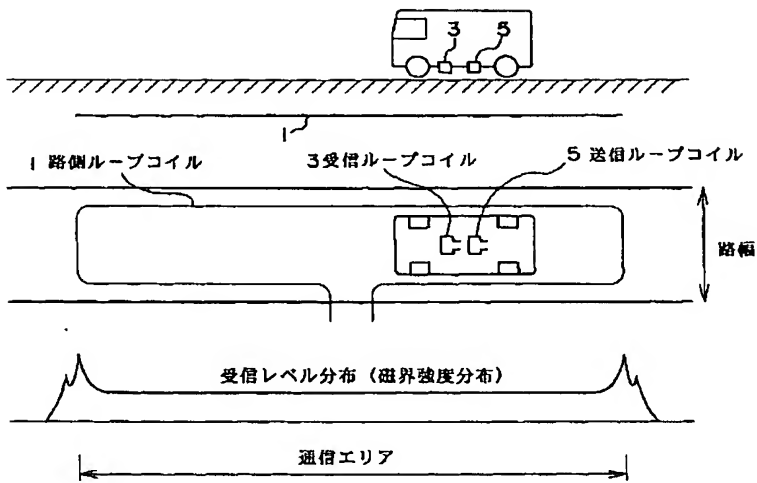
【符号の説明】

1 路側ループコイル、3 受信ループコイル、5 送信ループコイル、10 車載通信装置、12 通信制御部、14 走行制御コンピュータ、16 位置検出部、18 通信エリア記憶部、20 通信状態検出部、22 異常判定部。

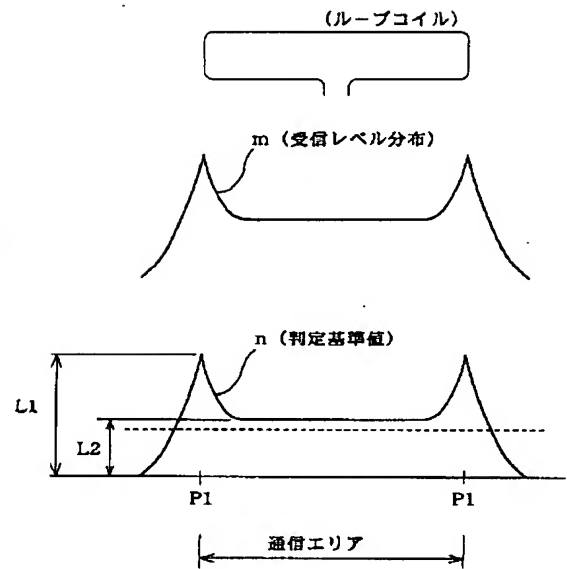
【図1】



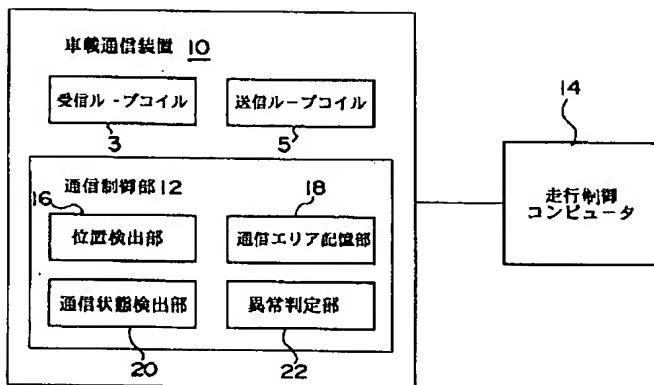
【図 2】



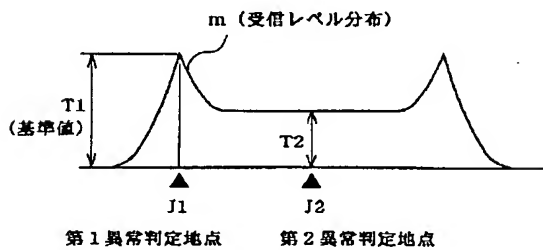
【図 5】



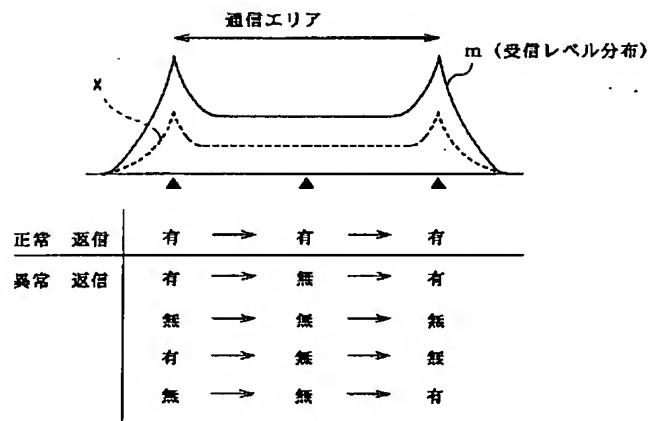
【図 3】



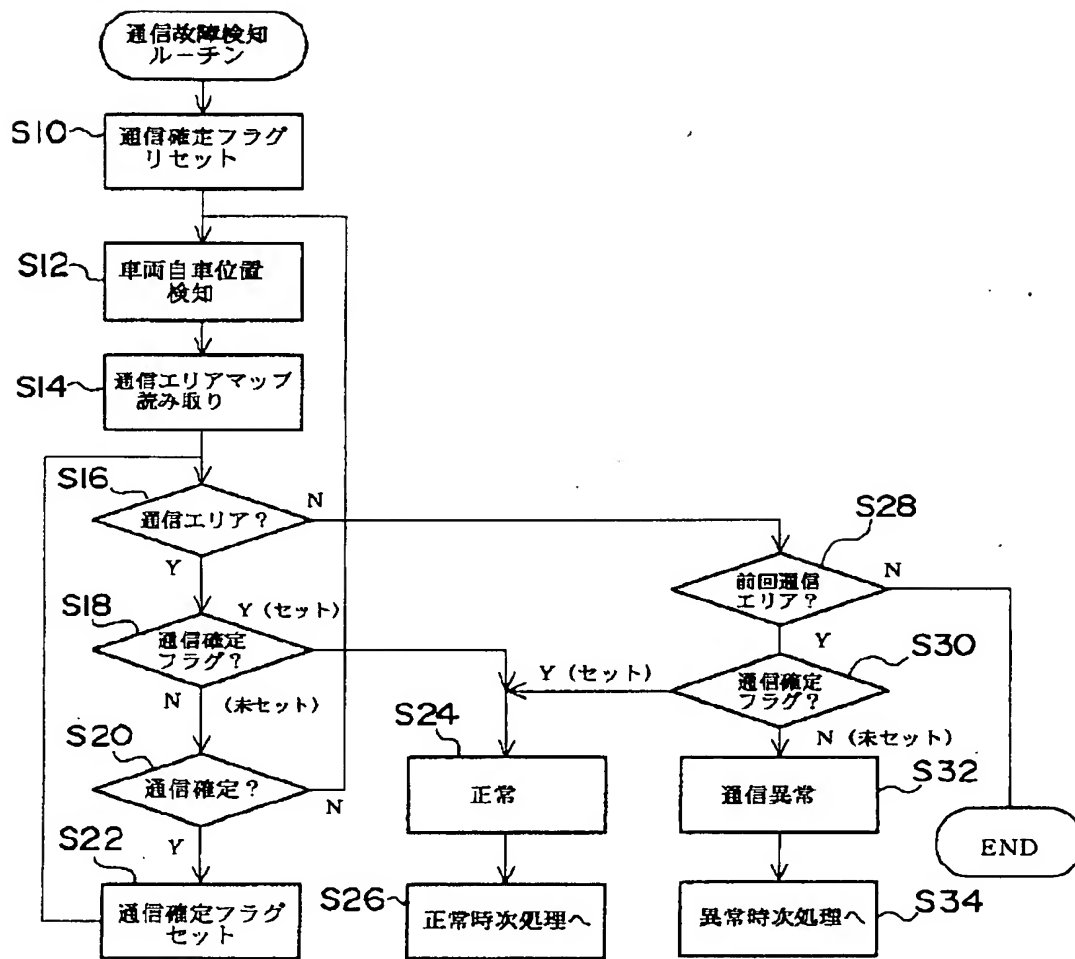
【図 6】



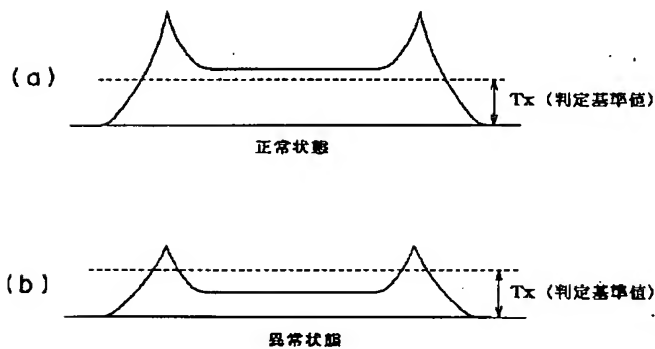
【図 7】



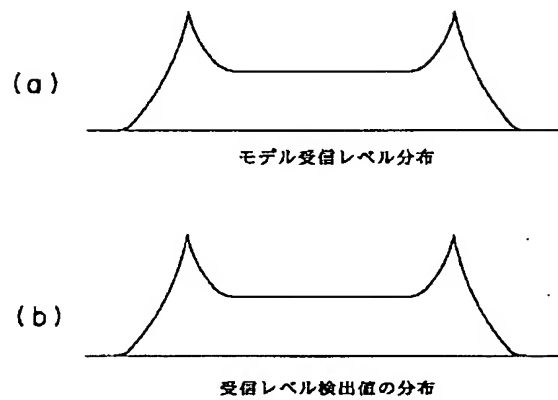
【図 4】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(72)発明者 品川 昌彦

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

Fターム(参考) 5H180 AA01 AA27 BB04 BB17 CC12
CC18 CC24 FF05 FF13 LL01
LL04 LL09
5K067 AA26 AA33 BB21 EE02 EE10
EE39 EE44 FF18 JJ52 JJ54
LL01 LL13